

## Impactos da expansão agrícola na vegetação do cerrado e recursos hídricos no Oeste da Bahia até 2015

Ana Beatriz de Freitas Ferreira<sup>1</sup>  
Eraldo Aparecido Trondoli Matricardi<sup>1</sup>  
Humberto Ângelo<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Universidade de Brasília, Faculdade de Tecnologia - UnB/FT  
Departamento de Engenharia Florestal  
Campus Universitário Darcy Ribeiro, Brasília - DF, 70910-900  
[beatriz\_0910@yahoo.com.br; ematricardi@unb.br; humb@unb.br]

**Abstract.** The Western Bahia, Brazil, is spatially located within the São Francisco river basin and encompasses a rich hydrographic network and large flat lands suitable for irrigated cropping. Although is an environmental and economical relevant region in Brazil, it lacks of scientific information to support strategies and policy definition for sustainable water and land management. This study aimed to better understand the effects of deforestation on natural resources in Western Bahia. Our research included analysis on the effects of agricultural expansion, focusing on irrigated fields in the study region. We observed that an additional 29 irrigation pivots were established if compared to 2013 dataset produced by the National Water Agency. It indicates that there was an increase in irrigation water demand from the tributaries of the São Francisco river basin (superficial and underground water). We estimated that agriculture lands encompass 30.4% of the study region, a total of 34,117.6 km<sup>2</sup>, by 2015. Irrigated fields encompass 1.7% of the study area, a total of 1,874.4 km<sup>2</sup> by 2015. The climate change studies predict a long-term increase in temperature (5 °C) and decrease in precipitation (15%), which it is likely to reduce even more water supplies in the study region. Based on it, we expect that the study region will experience a strong water deficit in the coming decades because of predicted increase of water demand and decrease of water supplies. Altogether, it may require strong climate adaptations of human activities in the study region.

**Palavras-chave:** Irrigation, Western Bahia, Grande River Basin, Corrente River Basin, Irrigação, Oeste da Bahia, Bacia do Rio Corrente, Bacia do Rio Grande.

### 1. Introdução

Muitas áreas de vegetação remanescente do bioma Cerrado inseridas na região do MATOPIBA (sul do Maranhão, Tocantins, sudoeste do Piauí e oeste da Bahia) correm grande risco de degradação. Existe grande interesse econômico sobre esta região, pois é considerada a grande fronteira agrícola nacional. Responde por grande parte da produção brasileira de commodities agrícolas (Embrapa, 2016).

No contexto da região do MATOPIBA, o Cerrado baiano é conhecido como o território de produção de águas, pois abriga mananciais superficiais e subterrâneos responsáveis pela vazão e estoque de água da Bacia do Rio São Francisco (Lage et al., 2008), aportando aproximadamente 30% de sua vazão total, através das bacias dos rios Grande, Corrente e margem esquerda do Carinhanha.

A quantidade de áreas irrigadas no Cerrado tem aumentado consideravelmente ao longo das últimas décadas e principalmente na Bahia (Spagnolo e Couto Júnior, 2013). Em 2005 obteve extensão de aproximadamente 394.000 ha (ANA, 2005). A expansão da agricultura irrigada ocasiona maior demanda por recursos hídricos. Neste sentido é importante conhecer a distribuição destas áreas visando ordenar a ocupação e favorecer o uso racional dos recursos naturais (Spagnolo e Couto Júnior, 2013).

O presente estudo buscou entender melhor a geografia das áreas irrigadas e estimar as áreas antropizadas até 2015 no Oeste da Bahia, além de apresentar os principais riscos que a região pode enfrentar diante das mudanças climáticas previstas em cenários do IPCC. Assim, as questões que nortearam esta pesquisa incluíram: qual a geografia espacial das áreas irrigadas em 2015 no Oeste da Bahia? Qual a taxa de expansão e os efeitos sobre a vegetação nativa dessa prática de uso da terra? Quais os potenciais efeitos das mudanças climáticas sobre esse cultivo agrícola na região de estudo?

## 2. Metodologia de Trabalho

### 2.1 Área de Estudo

A área de estudo compreende a região oeste da Bahia, localizada entre os paralelos  $10^{\circ} 11' 52''$  e  $14^{\circ} 49' 47''$  de latitude sul e entre os meridianos  $047^{\circ} 03' 38''$  e  $044^{\circ} 13' 34''$  de longitude oeste. Esta área inclui as bacias hidrográficas do Rio Grande e do Rio Corrente e pode ser observada na figura 1.

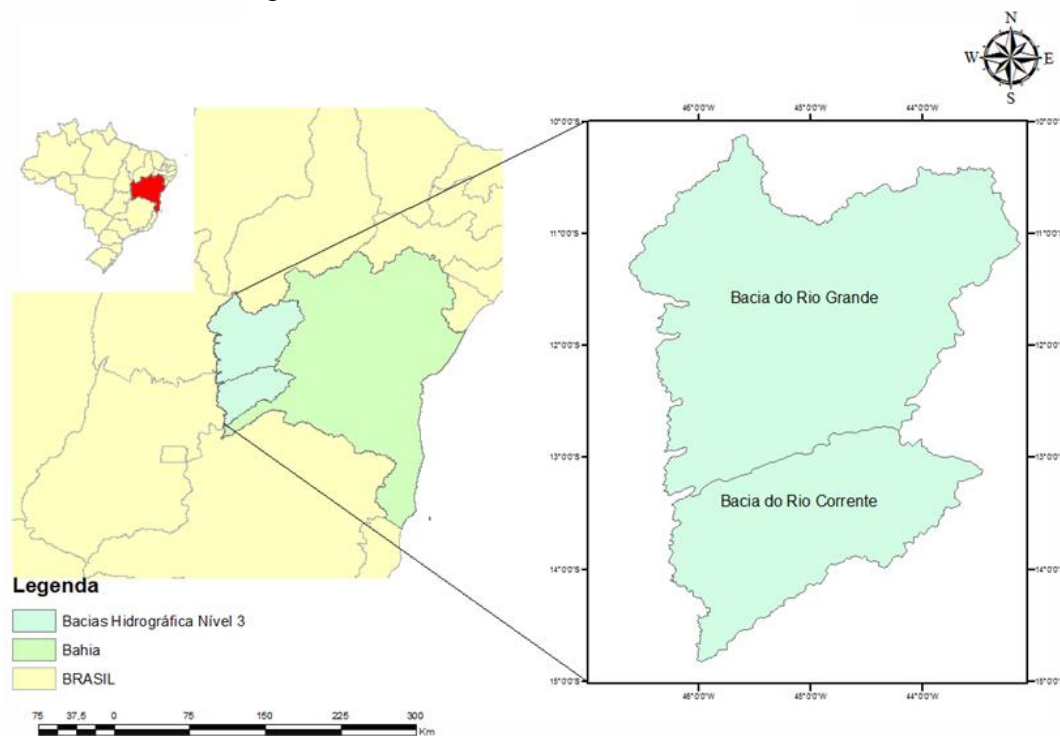


Figura 1: Mapa de localização da área de Estudo para as bacias de nível 3.

A região oeste da Bahia está situada à margem esquerda do Rio São Francisco banhada pelas bacias dos rios Grande e Corrente (Figura 1). Abrange total ou parcialmente 39 municípios, abrangendo superfície de 162 mil  $\text{km}^2$  e população de 800 mil habitantes, equivalendo a 28,5% do território e 6,2% da população da Bahia, sendo sua economia predominantemente agropecuária (Pinto et al. 2006). O Oeste da Bahia se encontra no Cerrado Brasileiro, com feições características do Bioma.

Os solos são antigos, profundos, bem drenados, com baixa fertilidade natural e acidez acentuada. Classificam-se em Latossolos, Concrecionários, Podzólicos, Litólicos, Cambissolos, Terras Roxas, Areias Quartzosas, Lateritas Hidromórficas e Gleis (Embrapa, 2009).

O cerrado no estado da Bahia é uma paisagem bem diferente das demais existentes e contrasta principalmente com o semiárido. Apresenta planaltos com topos aplainados, que são propícios para a mecanização da agricultura (Fernandes et al., 2009). Essa característica unida à vasta rede hidrográfica presente, torna a região propícia à implantação da agricultura.

A região de estudo envolve as sub bacias hidrográficas do rio Grande e do rio Corrente, com 76.630  $\text{km}^2$  e 34.875  $\text{km}^2$  de extensão territorial, respectivamente. Estas duas sub bacias fazem parte da bacia hidrográfica do rio São Francisco (Pereira, 2004). Estas duas sub bacias estão inseridas no território pertence ao Planalto do Chapadão Ocidental do São Francisco, onde predomina vegetação de Cerrado e também áreas agrícolas de grande extensão (Inema, 2015).

## 2.2 Base de dados

Para o mapeamento do uso e cobertura da terra da área de estudo, foram utilizadas imagens do satélite Landsat-8, sensor OLI (*Operational Land Imager*), adquiridas em 2015 na internet no site do USGS (*United States Geological Survey*). As imagens já são georreferenciadas em projeção UTM e Datum WGS 84 e incluem as órbitas (*Path*) 219, 220 e 221 e pontos (*Row*) 67,68, 69 e 70. As imagens foram obtidas entre agosto e setembro tendo em vista os meses de seca, com menor quantidade de nuvens e quando as áreas de agricultura irrigada se destacam dos cultivos não irrigados (Silva et al., 2012).

## 2.3 Dados Temáticos

Foram utilizados nas análises do uso e cobertura da terra no Oeste baiano, dados temáticos em formato vetorial (*shapefile*) com sistema de coordenadas GCS SIRGAS 2000. Os dados incluíram os geodatabases de otobacias de nível 3 disponibilizados pela ANA (2015), o geodatabase de pivôs em 2013 levantados pela ANA (2015) e o geodatabase de Desmatamento no Cerrado em 2002, 2008, 2009 e 2010, disponibilizadas pelo MMA (2011) e MMA (2009).

## 2.4 Processamento

Para compor as imagens foram utilizadas as bandas 2, 3, 4, 5, 6 e 7 do *Landsat 8*, sensor OLI, foi feita a composição destas bandas. A partir das imagens com as bandas compostas, foi feito um mosaico dos vários pontos (*Row*) para cada órbita (*Path*). Cada mosaico foi recortado para compor apenas os limites da área de estudo.

Inicialmente, foi feita análise visual dos mosaicos de imagens em composição colorida RGB 3/4/5, onde a banda 3 corresponde à faixa espectral do vermelho, a banda 4 corresponde à faixa espectral do infravermelho próximo e a banda 5 corresponde à faixa espectral do infravermelho médio. Esta composição realça as áreas cobertas por vegetação fotossinteticamente ativa em tonalidades verde-rosa (Souza et al., 2011).

## 2.5 Análise de Componente Principal (ACP)

Os mosaicos de imagens *Landsat* foram transformados utilizando a Análise de Componente Principal (ACP). A transformação das imagens multiespectrais em seus respectivos Componentes Principais contribui com o melhor desempenho dos classificadores digitais de imagens, pois possibilita melhor discriminação das assinaturas espectrais das classes de interesse, especialmente em classes com redundância na reflectância (Rivera-Lombardi, 2005). No presente estudo foram utilizados os cinco primeiros componentes (CP). O último componente apresentou muito “ruído” e, por isso, foi descartado da análise.

## 2.6 Classificação Supervisionada

Para o mapeamento do uso e cobertura da terra da área de estudo em 2015, foi utilizada a classificação supervisionada, com o algoritmo Máxima Verossimilhança (*Maximum Likelihood*). Este método foi aplicado de forma individual para cada mosaico da Análise do Componente Principal derivados das imagens *Landsat*. A classificação por mosaico buscou minimizar os efeitos sazonais (diferentes datas) na classificação. Desta maneira, foram feitas 4 classificações, uma para cada órbita e uma para a órbita/ponto 220/70 que foi adquirida em data diferente.

Na amostragem de cada uso e cobertura da terra para a classificação supervisionada, foram considerados 9 tipos de uso e cobertura de interesse para classificação: Corpos d’água, Sombra, Cerrado Denso, Cerrado Ralo, Mata ciliar, Agricultura, Irrigação, Incêndio e Solo exposto. Para cada classe de interesse foram amostrados 20 a 60 polígonos com o intuito de melhor representar a área. As assinaturas espectrais foram estimadas utilizando os mosaicos de imagens do PCA.

As áreas irrigadas foram delimitadas (em formato vetorial) na tela de um computador, utilizando interpretação visual das imagens multiespectrais do satélite Landsat-8 Sensor OLI,

adquiridas em 2015, composições coloridas RGB 5/4/3 e 6/4/5, em escalas variáveis entre 1:50.000 e 1:100.000. Para a delimitação das áreas irrigadas foram consideradas duas situações: apenas os pivôs centrais em 2015 e os pivôs juntamente com as áreas de irrigação convencional (não-pivôs centrais). Em todos os casos, as áreas irrigadas foram identificadas pela comparação de suas tonalidades de verde e o contraste com as demais áreas de agricultura e vegetação nativa presentes nas imagens. As áreas de pivôs centrais apresentavam forma circular, enquanto os não-pivôs apresentavam forma predominantemente retangular.

### 2.7 Pós Processamento

Após a classificação supervisionada, foram feitas edições visuais de algumas confusões óbvias do classificador. Os principais casos de confusão do classificador ocorreram com o cerrado típico e áreas de pastagens. Essas áreas foram devidamente reclassificadas com base na experiência e acuidade visual do interprete responsável pelo mapeamento desta pesquisa. Após a edição visual, as imagens classificadas foram submetidas ao filtro *Majority*, com janela 5x5 pixels, afim de eliminar ruídos da classificação.

Na sequência, as áreas de irrigação vetorizadas em tela de computador foram convertidas para formato matricial e agregadas às imagens classificadas, incluindo assim uma nova classe de uso da terra “áreas irrigadas”.

### 2.8 Avaliação da acurácia do mapeamento do uso e cobertura da terra

A avaliação da acurácia do mapeamento do uso e cobertura da terra foi feita a partir de uma Matriz de Confusão, comparando pontos amostrais nas imagens classificadas e uma imagem referência de melhor resolução espacial. A imagem referência foi gerada a partir da fusão espectral e espacial (*resolution merge*) das bandas espectrais com a pancromática do *Landsat 8*, sensor OLI. Com isso, todas as bandas espectrais foram derivadas em resolução espacial 15 metros.

Sobre a imagem referência, foram distribuídos aleatoriamente 200 pontos para a validação da classificação. Cada ponto foi comparado à classificação com a imagem referência de melhor resolução espacial. Esses dados foram utilizados para estimar, numa matriz de confusão, a acurácia global e individual por classe de interesse do mapeamento.

## 3. Resultado e Discussão

Estimou-se uma exatidão global de 80,5% para a classificação do uso e cobertura da terra na área de estudo (Tabela 1).

Tabela 1: Matriz de confusão da Classificação do Uso do Solo no Oeste da Bahia.

	Classificação									Total	%EC	Exat. Prod.	
	AG	IN	CT	CD	SO	MC	IR	SE	AGR				
Referência	AG	8		1		1					10	20%	100%
	IN		15			1	1			1	18	17%	93,7%
	CT		1	19	9			1	2	4	36	47%	86,4%
	CD				37		1				38	3%	74%
	SO					0					0	0%	--
	MC				2		5			1	8	38%	38,5%
	IR				2		6	10			18	44%	90,9%
	SE								10	2	12	17%	76,9%
	AGR			2					1	57	60	5%	87,7%
Total	8	16	22	50	2	13	11	13	65	161			
%EO	0%	6%	14%	26%	100%	62%	9%	23%	12%				
Exat. Usu	80%	83,3%	52,8%	97,4%	--	62,5%	55,6%	83,3%	95%				
Exatidão Global	80,5%												
Índice Kappa	0,76												

AG = Água; IN = Incêndio; CT = Cerrado Típico; CD = Cerrado Denso; SO = Sombra; MC = Mata Ciliar; IR = Irrigação; SE = Solo Exposto; AGR = Agricultura; EO = Erro de Omissão; EC = Erro de Comissão.

Segundo o sugerido por Landis e Koch (1997), o resultado da classificação pode ser considerado “muito bom”.

### 3.1. Uso e cobertura das terras

Os resultados do mapeamento do uso e cobertura da terra na região do Oeste baiano indicam que o cerrado foi a classe predominante, ocupando 66,5% da área total de estudo até 2015. Em seguida, estão as áreas ocupadas por cultivos agrícolas que abrangem 30,4%. As áreas irrigadas ocupam 1,7% e as demais classes ocuparam o 1,4% restante (Figura 2).

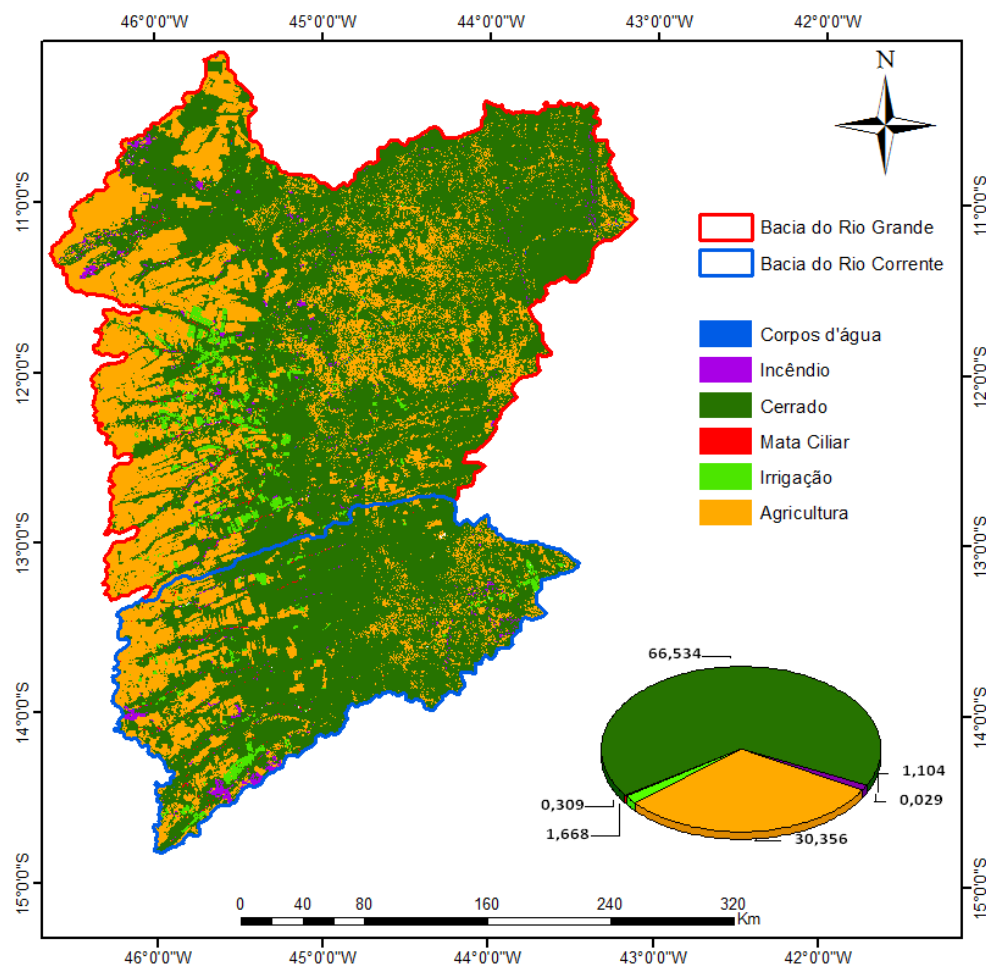


Figura 2: Classificação do uso do solo no Oeste da Bahia em 2015.

As áreas de solo exposto foram reclassificadas como áreas agrícolas após a classificação, pois a maioria dessa classe foi observada em regiões agrícolas e caracterizam parte do ciclo de produção.

### 3.2. Desmatamento

As áreas agrícolas ocupavam 34.118 Km² em 2015 (tabela 2), equivalendo aproximadamente à metade da área coberta pela vegetação nativa na área de estudo. No entanto, a área de vegetação nativa pode ser inferior comparada com a realidade devido à subestimação do desmatamento, ocorrida pela confusão de áreas antropizadas cobertas por vegetação secundária com áreas de vegetação nativa.

Tabela 2: Uso e cobertura da terra no Oeste baiano em 2015.

Classe	Área Km <sup>2</sup>	Área (%)
Corpos D'água	32,7	0,03
Incêndio	1.241	1,1
Cerrado	74.779	66,5
Mata Ciliar	347	0,3
Irrigação	1.874	1,7
Agricultura	34.118	30,4
<b>TOTAL</b>	<b>112.391</b>	<b>100</b>

Entre 2002 (MMA, 2009) e 2015, identificou-se crescimento expressivo de 75% da área inicial. Foi acrescentado 14.348 km<sup>2</sup> de áreas de agricultura aos 19.770 km<sup>2</sup> identificadas em 2002.

O boletim de Pesquisa e Desenvolvimento, elaborado pela Embrapa (Pimentel et al., 2011), analisou alguns municípios do Oeste da Bahia e identificou que entre 2005 e 2010 a maior parte da vegetação nativa foi desmatada em decorrência do rápido desenvolvimento agrícola. As áreas desmatadas ocupam grande parte da área dos municípios da região, sendo que São Desidério e Correntina, pertencentes à Bacia do Rio Grande, foram os municípios que mais se destacaram pelo aumento de área agrícola entre 2005 e 2010, com redução na área de pastagem e vegetação nativa.

A supressão da vegetação nativa frente à expansão dos cultivos agrícolas ameaça não somente a biodiversidade do Cerrado, mas também a recarga dos rios. A retirada da vegetação interfere na capacidade do solo de infiltrar água, pois a implantação da agropecuária, juntamente com a devastação das matas ciliares provoca o desaparecimento das veredas, o assoreamento e a intermitência de cursos d'água (Lage et al., 2008). Essa remoção da vegetação natural próxima às margens de rios afeta a vida aquática e todo o ecossistema. O processo de erosão natural é acelerado e a proteção natural contra enchentes é reduzida, como consequência, causa o assoreamento de recursos hídricos naturais ou artificiais (Barbosa et al., 2014).

### 3.3. Irrigação

As áreas irrigadas abrangeram 1.874 km<sup>2</sup>, sendo que os pivôs centrais ocupam 74% dessas áreas, com 1.389 km<sup>2</sup> até 2015. Comparando com 2013, novos 29 pivôs apareceram na região, resultando um aumento de 100,1 km<sup>2</sup> ou 7,7% a mais da área já usada para a irrigação em apenas 2 anos (Tabela 3).

Tabela 3: Comparação do número de Pivôs de 2013 para 2015.

Bacia	Nº de pivôs 2013	Nº de pivôs 2015	Área 2013 (Km <sup>2</sup> )	Área 2015 (Km <sup>2</sup> )
<b>Rio Grande</b>	912	895	950,4	975,6
<b>Rio Corrente</b>	354	400	338,6	396,9
<b>Total</b>	<b>1.266</b>	<b>1.295</b>	<b>1.289</b>	<b>1.389</b>

Vale destacar que várias áreas de pivôs aparentemente não estavam sendo utilizadas, principalmente na região da Bacia do Rio Grande, e foram classificados como vegetação secundária ou como agricultura convencional. Na parte sul da bacia do Rio corrente, entretanto, observou-se um aumento acentuado na densidade de pivôs (Figura 3).

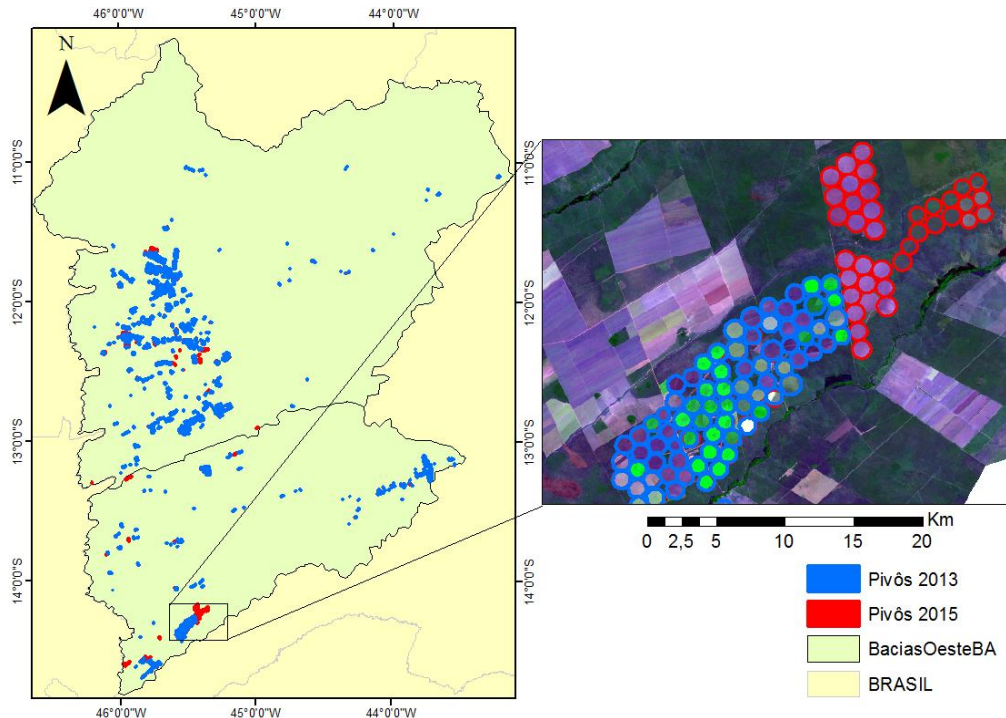


Figura 3: Diferença entre o Número de Pivôs em 2013 e 2015.

O aumento da demanda de água para irrigação está diretamente relacionado à expansão das áreas irrigadas, que incluem os recursos hídricos superficiais e subterrâneos. Os pivôs centrais possuem uma vazão média por hora, considerando os períodos de seca, estes pivôs passam mais tempo ligados, utilizando mais água.

Ao mesmo tempo, segundo os cenários RCP2.6 e RCP8.5 do IPCC (*Intergovernmental Panel on Climate Change*) lançado em 2014, a área de estudo estará sob o risco de diminuição de precipitação nos próximos anos, podendo chegar a 15% de redução da precipitação, além de aumento da temperatura em 2°C à 4°C. Este cenário, aliado ao aumento do uso dos recursos hídricos mencionado no presente estudo, poderá agravar ainda mais o déficit hídrico na região.

#### 4. Conclusão

O aumento substancial no desmatamento até 2015 implica, além da perda de biodiversidade, na redução da capacidade de infiltração de água no solo quando comparado com as áreas cobertas por vegetação nativa. Por sua vez, a redução na infiltração das águas das chuvas deverá interferir na recarga de águas subterrâneas e do regime hídrico superficial, comprometendo o estoque futuro e o abastecimento de água na região.

Ao mesmo tempo, o aumento das áreas irrigadas no Oeste da Bahia identificado entre 2013 e 2015 irá ampliar ainda mais a demanda dos recursos hídricos superficiais e subterrâneos para irrigação de áreas agrícolas. Assumindo os cenários tendenciais do IPCC que preveem a redução da precipitação e o aumento da temperatura na região de estudo, é possível que haja déficit hídrico rigoroso no oeste da Bahia nas próximas décadas. É preciso, portanto, medidas urgentes de controle e manejo da água e do uso e cobertura do solo na região de estudo para garantir a conservação da biodiversidade, dos recursos hídricos e a sustentabilidade das atividades agrícola e pecuária no Oeste baiano. É possível que sejam necessárias medidas de adaptação a um novo contexto climático para produção agrícola nas próximas décadas na região de estudo.

## 5. Referências Bibliográficas

- ANA. **Cadernos de Recursos Hídricos: Disponibilidade e demanda de recursos hídricos no Brasil**. Brasília, DF, 2005. Disponível em: <http://arquivos.ana.gov.br/planejamento/planos/pnrh/VF%20DisponibilidadeDemanda.pdf>. Acesso em: 14.Jun.2015.
- ANA. **Pivôs Centrais de Irrigação**. Disponível em: <http://metadados.ana.gov.br/geonetwork/srv/pt/main.home>> Acesso em: 22.jun.2015.
- Barbosa, J. M. C.; Pinto, M. R.; Castro, M. A. H. Erosão e assoreamento em reservatórios. In: XII Simpósio de Recursos Hídricos do Nordeste. 2014, Natal. **Anais...** Rio Grande do Norte, 2014.
- Embrapa. **Sobre o Matopiba. Espaço temático: Matopiba**. Disponível em: <https://www.embrapa.br/>. Acesso em: 23.ago.2016.
- Embrapa. **Solos do Nordeste: Bahia**. 2009. Disponível em: <http://www.uep.cnps.embrapa.br/>. Acesso em: 19.ago.2016.
- Fernandes, R. C.; Lobao, J. S. B.; Vale, R. M. C. Oeste baiano: da agricultura familiar à agroindústria. In: Encontro de geógrafos da América Latina. Montevideo, 2009, Montevideo. **Anais...** -Uruguai, 2009. Disponível em: <http://www.bahiaflaneur.net/blog2/wp-content/uploads/2010/08/agroindustrie.pdf>. Acesso em: 12.out.2015.
- INEMA. Instituto do Meio Ambiente e Recursos Hídricos. **Comitês de Bacias, CBH Grande**. Disponível em: <http://www.inema.ba.gov.br/>. Acesso em: 24.nov.2015.
- IPCC. Climate Change 2014: Synthesis Report. Contribution of Working Groups I, II and III to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change [Core Writing Team, R.K. Pachauri and L.A. Meyer (eds.)]. IPCC, Geneva, Switzerland, 151 pp. 2014.
- Lage, C. S.; Peixoto, H.; Vieira, C. M. B. **Aspectos da vulnerabilidade ambiental na Bacia do Rio Corrente-BA**. UFB: GeoTextos, v. 4, n. 1 e 2, 2008. Disponível em: <http://www.portalseer.ufba.br/index.php/geotextos/article/view/3293/2407>. Acesso em: 18.set.2016
- Landis, J.R. e Koch, G.G. The measurement of observer agreement for categorical data. **Biometrics**, v.33, n.1, p. 159-174, 1977.
- MMA, & IBAMA, I. B. **Relatório técnico de monitoramento do desmatamento no bioma Cerrado, 2002 a 2008: Dados Revisados**. Centro de Sensoriamento Remoto - CSR/IBAMA. 2009.
- MMA, & IBAMA. **Monitoramento do bioma Cerrado 2009-2010**. Monitoramento do Desmatamento nos Biomas Brasileiros por Satélite. 2011.
- Pereira, S. B. **Evaporação no lago de sobradinho e disponibilidade hídrica no rio São Francisco**. 2004. 105p. Tese (Doutorado em Engenharia Agrícola) – Universidade Federal de Viçosa. Viçosa, MG. 2004.
- Pimentel, M. L.; Souza C. L.; Távora G.S.G.; Turetta A. P. D. **Boletim de pesquisa e desenvolvimento: Mudanças de uso da terra e expansão da agricultura no Oeste da Bahia**. Rio de Janeiro: EMBRAPA Solos, 2011.
- Pinto J. M.; Silva C.L.; Oliveira C.A. Influência de variáveis climáticas e hidráulicas no desempenho da irrigação de um pivô central no oeste baiano. **Eng. Agrícola**, Jaboticabal, v.26, n.1, p.76-85, jan. /abr. 2006.
- Rivera-Lombardi, R. J. **Estudo da recorrência de queimadas e permanências de cicatrizes do fogo em áreas selecionadas do cerrado brasileiro, utilizando imagens TM/Landsat**. 2005. 174 p. Dissertação (Mestrado em Sensoriamento Remoto) – Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais, São José dos Campos. 2005.
- Silva, B. B.; Braga, A. C.; Braga, C. C.; Oliveira, L. M. M.; Galvêncio, J. D.; Montenegro, S. M. G. L. Evapotranspiração e estimativa da água consumida em perímetro irrigado do semiárido brasileiro por sensoriamento remoto. **Pesq. agropec. bras.** Brasília, v.47, n.9, p.1218-1226, set. 2012.
- Souza, U. B., Souza, S. F., Santos, C. A. P., Amaral, A. G. Uso do sensoriamento remoto na análise da dinâmica da paisagem em um período de 20 anos no anel da soja, Oeste da Bahia. In: XV Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto. 2011, Curitiba. **Anais...** Curitiba: INPE, p. 3014, 2011.
- Spagnolo, T. F. O.; Couto Junior, A. F. Expansão da agricultura irrigada por pivô central no Cerrado entre os anos de 1984 e 2008. In: XVI Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto- SBSR. 2013, Foz do Iguaçu. **Anais...** PR, Brasil: INPE, 2013.
- USGS. Earth Explorer. U.S. Department of the Interior U.S. Geological Survey Disponível em: <<http://earthexplorer.usgs.gov/>>. Acesso em: 24.set.2015.